

**LAPORAN PENELITIAN UNGGULAN UNY
TAHUN ANGGARAN 2015**

**PEMANFAATAN LIMBAH AIR KELAPA SEBAGAI
MEMBRAN ELEKTROLIT BATERAI LITHIUM YANG
RAMAH LINGKUNGAN**



Oleh
Prof. Dr. Endang Widjajanti LFX
Marfuatun, M.Si

**DIBIYAI DENGAN DANA PENELITIAN DIPA UNY
NOMOR SUBKONTRAK 13/UNG-UNY-DIPA/UN.34 21/2015**

**JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
OKTOBER 2015**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN UNGGULAN UNY

1. Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Membran Elektrolit Baterai Lithium yang Ramah Lingkungan

2. Ketua Peneliti :
 a. Nama lengkap : Prof. Dr. Endang Widjajanti, LFX
 b. Jenis Kelamin : Perempuan
 c. NIP : 19621203 198601 2 001
 d. Jabatan Fungsional : Guru Besar
 e. Jabatan Struktural : Kaprodi Kimia
 f. Bidang Keahlian : Kimia Fisika
 g. Fak./ Jurusan : MIPA/ Pendidikan Kimia
 h. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
 i. Telepon rumah/kantor/HP : 08122768553
 f. Faksimili : -
 g. e-mail : endang_widjajanti@uny.ac.id

3. Tim Peneliti

No	Nama dan Gelar	NIP	Bidang Keahlian
1.	Marfuatun, M.Si	19840406 200604 2 001	Pendidikan Kimia/ Kimia Fisika

4. Mahasiswa yang terlibat :

No	Nama	NIM
1.	Inang Sekar Pawestri	11307144016

5. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian:
 a. Jangka Waktu Penelitian : 8 bulan
 b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 20.000.000,- (Dua puluh juta rupiah)
 c. Biaya yang disetujui tahun : Rp. --



Mengetahui:
 Dekan Fakultas MIPA
 Dr. Hartono
 NIP. 19620329 198702 1 002

Yogyakarta, 29 Oktober 2015
 Ketua Tim Peneliti,

Prof. Dr. Endang Widjajanti, LFX
 NIP. 19621203 198601 2 001



Mengetahui,
 Ketua LPPM
 Prof. Dr. Amik Ghufon
 NIP. 19621111 198803 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kenikmatan dan kemampuan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian dengan judul: “Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Membran Elektrolit Baterai Lithium yang Ramah Lingkungan” dan menyelesaikan penulisan laporannya. Penelitian ini merupakan penelitian di bidang Kimia Material atau polimer, yang bertujuan untuk mengembangkan membran elektrolit yang memenuhi syarat untuk aplikasi baterai ion lithium.

Penelitian dapat terlaksana berkat dukungan berbagai Pihak dan kami mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Anik Ghufroon selaku ketua LPPM
2. Bapak Dr. Hartono selaku Dekan FMIPA UNY
3. Bapak Dr. Hari Sutrisno selaku Ketua Jurdik Kimia FMIPA UNY
4. Para Laboran di Laboratorium Kimia FMIPA UNY yang telah membantu penyiapan alat pendukung penelitian
5. Semua Pihak yang telah mendukung dan membantu proses penelitian

Kami menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaan dan pelaporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu, masukan kepada kami demi perbaikan laporan atau pengembangan penelitian ini sangat kami hargai dan harapkan. Kami berharap hasil penelitian dan laporan ini dapat bermanfaat, khususnya untuk memberikan tambahan khasanah ilmu pengetahuan di bidang Kimia Material.

Yogyakarta, Oktober 2015
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Permasalahan Penelitian.....	2
II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Membran Elektrolit.....	3
B. Nata de Coco.....	6
III. METODE PENELITIAN	
A. Subjek, Objek, dan Variabel Penelitian.....	7
B. Alat dan Bahan	7
C. Prosedur Penelitian.....	8
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Pembuatan Nata de Coco.....	15
B. Asetilasi Selulosa Bakteri.....	16
C. Penelitian pengaruh komposisi Garam Lithium Terhadap Konduktivitas.....	18
D. Penelitian pengaruh Metode Pendopongan Garam Lithium Terhadap Konduktivitas.....	21
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	24
B. Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Struktur polimer untuk membran elektrolit.....	4
Tabel 2. Membran elektrolit yang telah dikembangkan.....	5
Tabel 3. Puncak serapan selulosa asetat.....	13
Tabel 4. Harga konduktivitas pada berbagai konsentrasi pendopingan.....	18
Tabel 5. Data Uji Mekanik Membran.....	21
Tabel 6. Nilai konduktivitas membran dengan metode <i>coating</i>	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Membran elektrolit dalam rangkaian baterai ion lithium...	4
Gambar 2. Grafik Penentuan Nilai Konduktivitas.....	12
Gambar 3. Selulosa hasil sintesis.....	15
Gambar 4. Spektrum FTIR Selulosa Hasil Sintesis.....	16
Gambar 5. Selulosa asetat hasil sintesis.....	17
Gambar 6. Spektrum FTIR Selulosa Asetat Hasil Sintesis.....	17
Gambar 7. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode <i>Blending</i> dengan Doping Lithium Klorida 35%.....	19
Gambar 8. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode <i>Blending</i> dengan Doping Lithium Klorida 40%.....	19
Gambar 9. Foto Permukaan Membran dengan Variasi Komposisi Garam Lithium.....	20
Gambar 10. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode <i>Coating</i> dengan Doping Lithium Klorida 5%.....	22
Gambar 11. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode <i>Blending</i> dengan Doping Lithium Klorida 5%.....	22
Gambar 12. Foto Permukaan Membran dengan Metode <i>Coating</i>	23

Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Membran Elektrolit Baterai Lithium yang Ramah Lingkungan

Endang Widjajanti LFX, Marfuatun

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan: 1) pengaruh variasi garam lithium terhadap konduktivitas ion dari membran selulosa dari nata de coco yang telah diasetilasi, 2) pengaruh metode pen-*doping*-an garam lithium terhadap konduktivitas ion dari membran selulosa dari nata de coco yang telah diasetilasi. Subjek Penelitian ini adalah membran selulosa asetat dari nata de coco. Objek Penelitian ini adalah derajat asetilasi membran selulosa asetat dari nata de coco dan konduktivitas membran. Metode pendopongan garam lithium yang digunakan adalah metode *casting* larutan polimer dan *coating*. Membran hasil sintesis dikarakterisasi gugus fungsinya menggunakan FTIR, derajat kristalinitasnya menggunakan XRD, konduktivitas, foto permukaan, dan sifat mekanik. Hasil penelitian menunjukkan: 1) Konduktivitas membran selulosa asetat semakin meningkat dengan bertambahnya komposisi garam lithium sampai pada batas penambahan 35%, dan konduktivitas menurun ketika komposisi garam lithium lebih dari 35 %. Nilai konduktivitas optimal pada penambahan 35% yaitu sebesar $9,9252 \times 10^{-2}$ Mho/. 2) Nilai konduktivitas membran yang dibuat dengan metode *casting* larutan polimer lebih tinggi jika dibandingkan dengan *coating*, namun sifat mekanik yang dihasilkan dengan metode *casting* larutan polimer kurang bagus yaitu membran bersifat *brittle*.

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu alternatif penyediaan energi adalah penggunaan sumber energi secara elektrokimia, yaitu suatu proses yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Sumber energi tersebut dapat diproduksi secara keberlanjutan dan ramah lingkungan. **Sumber energi secara elektrokimia, salah satunya menggunakan teknologi baterai** (Winter dan Brodd, 2004). Saat ini, baterai yang dikembangkan adalah baterai ion lithium, hal ini karena baterai ion lithium lebih efisien dalam mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik dan juga dapat diisi ulang.

Ada tiga komponen utama dalam baterai ion lithium, yaitu anoda, katoda, dan elektrolit. Komponen elektrolit berfungsi sebagai media penghantar ion-ion lithium dari anoda ke katoda, dan sebaliknya. Pada awalnya elektrolit ini berupa larutan, sehingga di antara katoda dan anoda masih diperlukan separator. Selain itu, elektrolit yang berupa larutan dapat membahayakan lingkungan jika terjadi kebocoran. Oleh karena itu, dikembangkan membran elektrolit berbasis polimer. **Membran elektrolit tersebut mempunyai dua fungsi sekaligus yaitu sebagai elektrolit dan separator.**

Polimer yang digunakan untuk membuat membran elektrolit harus mempunyai kekuatan mekanik yang cukup tinggi untuk menahan tekanan antara katoda dan anoda, mempunyai kestabilan kimia dan konduktivitas ion yang cukup besar. Salah satu polimer yang biasa digunakan sebagai bahan membran elektrolit dan telah diproduksi secara komersial adalah polietilen oksida (PEO). PEO mempunyai konduktivitas ion yang tinggi, toksisitas rendah, dan mempunyai kestabilan kimia yang cukup tinggi. Akan tetapi PEO mempunyai sifat mekanik yang kurang baik, membran yang dihasilkan bersifat rapuh dan hanya sedikit terbiodegradasi. Selain itu, pada suhu tinggi, konduktivitas ion membran PEO akan cenderung turun, karena adanya proses pengurangan kelembaban (*dehumidification*) membran. **Oleh karena itu dikembangkan membran elektrolit dari polimer lainnya, salah satunya adalah selulosa dari Nata de Coco. Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah menemukan alternatif lain bagi perkembangan membran elektrolit untuk baterei yang ramah lingkungan.**

Nata de Coco merupakan suatu selulosa bakteri. Produksi oleh berbagai spesies bakteri seperti *Gluconacetobacter* (lebih dikenal dengan nama *Acetobacter*), *Agrobacterium*, *Aerobacter*, *Achromobacter*, *Azobacter*, *Rhizobium*, *Sarcina*, dan *Salmonella* (Chawla, dkk,

2009). Kandungan selulosa dalam Nata de Coco cukup tinggi sehingga lebih efisien untuk digunakan dalam pengembangan membran yang berbasis selulosa. Selain itu, sifat mekanik selulosa dari Nata de Coco lebih bagus dibandingkan selulosa hasil ekstraksi dari tanaman dan bebas dari komponen lain yang tidak diinginkan seperti lignin, hemiselulosa, dan biopolymer lainnya (Castro, dkk, 2012).

Pada pengembangan membran elektrolit, akan dilakukan asetilasi terhadap selulosa dari nata de coco. Tujuannya untuk menambah kandungan gugus oksigen, agar konduktivitasnya dihasilkan lebih bagus. **Konduktivitas ion dari selulosa asetat dipengaruhi oleh derajat asetilasinya.** Adapun derajat asetilasi dipengaruhi oleh waktu esterifikasi dan waktu aktivasi dari proses asetilasi selulosa. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipelajari juga derajat asetilasi dari selulosa asetat hasil sintesis dari nata de coco. Selain itu, **garam lithium yang digunakan juga dapat mempengaruhi konduktivitas ion** dari membran elektrolit, selain sebagai sumber ion (proton), pengaruh dari garam adalah misibilitasnya yang berbeda-beda pada berbagai polimer. Oleh karena itu pada penelitian ini juga digunakan berbagai variasi dari garam lithium, misalnya lithium perklorat (LiClO_4), lithium kobalt oksida (LiCoO_2) dan lithium bistrifluoromethanasulfonimidat ($\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ atau LiTFSI).

B. Tujuan dan Permasalahan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian, **secara umum penelitian ini bertujuan untuk** mengembangkan membran elektrolit berbasis nata de coco untuk aplikasi baterai ion – lithium. Adapun **permasalahan penelitian adalah:**

1. Bagaimana pengaruh variasi garam lithium terhadap konduktivitas ion dari membran selulosa dari nata de coco yang telah diasetilasi?
2. Bagaimana pengaruh metode pen-*doping*-an garam lithium terhadap konduktivitas ion dari membran selulosa dari nata de coco yang telah diasetilasi?

Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan pengaruh variasi garam lithium terhadap konduktivitas ion dari membran selulosa dari nata de coco yang telah diasetilasi
2. Menentukan pengaruh metode pen-*doping*-an garam lithium terhadap konduktivitas ion dari membran selulosa dari nata de coco yang telah diasetilasi

BAB II

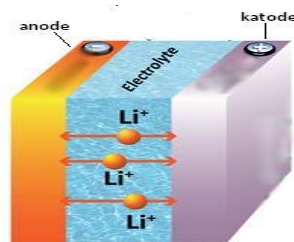
KAJIAN PUSTAKA

A. Membran Elektrolit

State of art dari penelitian pengembangan membran elektrolit dari selulosa asetat telah dilakukan oleh Selvakumar dan Bhat (2008) yang mendoping selulosa asetat dengan garam LiClO_4 untuk digunakan sebagai superkapasitor. Nilai konduktivitas optimum dari membran tersebut adalah $4,9 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$. Johari, dkk (2009) memfabrikasi gel selulosa asetat dengan elektroda Zn dan MnO_2 . Berdasarkan hasil penelitian tersebut, nilai voltage dari sel baterai dengan membran selulosa asetat adalah 1,6 V. Selulosa asetat yang didispersikan dengan nanokomposit TiO_2 dapat menghasilkan nilai konduktivitas sebesar $1,37 \times 10^{-2} \text{ S/cm}$ (Johari, dkk, 2011).

Membran elektrolit sendiri didefinisikan sebagai suatu larutan dari garam-garam logam alkali yang ada didalam matriks polimer (Meyer, 1998). Membran elektrolit bermatriks padatan ini digunakan sebagai separator baterai sekaligus sebagai elektrolitnya. Prinsip dasar dari membran elektrolit adalah meningkatkan daya hantar dari matriks polimer dengan menambahkan garam atau asam kuat pada kondisi anhidrat. Kemampuan menghantarkan ion dari matriks polimer disebabkan adanya interaksi antara kation dengan elektron-elektron bebas pada suatu heteroatom: -O- pada eter, -S- pada sulfide, -N- pada amina, dan -P- pada fosfat (Poinsignon, 1989). Sifat dari membran elektrolit ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu: kepolaran dari heteroatom, jarak antar heteroatom setelah adanya penambahan garam atau asam kuat, fleksibilitas rantai polimer, besarnya energi kohesif dari jaringan polimer, dan energi kisi dari garam. Adapun bagian membran elektrolit dalam baterai ion lithium dapat dilihat pada Gambar 1.

Kation-kation dari logam alkali dan alkali tanah umumnya berinteraksi dengan gugus atom nitrogen dan oksigen. Adapun kation dari atom-atom yang mempunyai orbital “d” yang dapat terpolarisasi (misal Ag^+ dan Pb^{2+}) akan berinteraksi dengan gugus atom belerang dan fosfor. Struktur polimer yang paling banyak digunakan untuk membran elektrolit dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Membran elektrolit dalam rangkaian baterai ion lithium

Tabel 1. Struktur polimer untuk membran elektrolit

Struktur	Nama Polimer
$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-)_n$	Poli(etilena oksida) (PEO)
$(-\text{CH}-\text{CH}_2\text{O}-)_n$ $\quad $ $\quad \text{CH}_3$	Poli(propilena oksida) (PPO)
$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-)_n$	Poli(etilena imina) (PEI)
$[(-\text{CH}_2-)_n-\text{S}-]_{2 < n < 6}$	Poli(alkilena sulfida)
$(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$ $\quad $ $\quad \text{N}$	Poli(vinil pirolidon) (PVP)
$[(\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{OC}_2\text{H}_4\text{O})_2\text{PN}]$	Poli(bis metoksi etoksi)etoksi fosfazana

Semua jenis polimer belum tentu bisa digunakan untuk dikembangkan menjadi membran elektrolit. Ada beberapa syarat dari membran elektrolit (Meyer, 1998; Arora dan Zhang, 2004) antara lain:

1. Mempunyai kekuatan mekanik yang cukup tinggi untuk menahan tekanan antara katoda dan anoda.
2. Mempunyai kestabilan kimia yang cukup besar. Membran harus inert, baik pada kondisi oksidasi maupun reduksi yang sangat kuat, dan tidak menghasilkan pengotor.
3. Mempunyai konduktivitas ion yang tinggi ($> 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$), pada range suhu 20°C sampai dengan 60°C .
4. Kemudahan untuk dibuat dalam ukuran tipis ($\sim 40 \mu\text{m}$). Semakin tipis membran, maka resistensinya semakin kecil. Selain itu, membran yang tipis tidak membutuhkan ruang yang besar di dalam rangkaian baterai, sehingga

elektroda yang digunakan bisa lebih panjang yang akan meningkatkan kapasitas dari baterai.

5. Mempunyai kestabilan termal. Ketika dipanaskan membran tidak boleh menyusut dan mengkerut. Penyusutan maksimal yang diperbolehkan adalah 5% ketika dipanaskan pada kondisi vakum dengan suhu 90°C selama 60 menit.
6. Mempunyai stabilitas dimensi atau ukuran. Ketika membran dalam kondisi tidak digulung, membran harus tetap bisa dalam kondisi datar dan ujung-ujungnya tidak melengkung.

Sejarah perkembangan membran elektrolit dimulai dengan pengembangan membran dari PEO. Saat ini, telah banyak dikembangkan membran elektrolit dengan menggunakan polimer lain yang mempunyai sifat yang lebih bagus dari membran elektrolit dari PEO murni. Beberapa membran elektrolit yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Membran elektrolit yang telah dikembangkan

Komposisi Membran Elektrolit	Sifat Membran
Polimer jaringan fosfat-polieter (PPNs)/ etilena karbonat/ LiCF_3SO_3	- Konduktivitas ioniknya $1,01 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$
P(VDF-HFP)/ LiClO_4	- Konduktivitas ioniknya $1,04 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ - Membran berpori
P(AN-MMA)	- Konduktivitas ioniknya $1,25 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ - Mempunyai kestabilan termal sampai suhu 300°C - Mempunyai diameter pori sekitar 0,5 μm
Selulosa Asetat/ LiClO_4	- Konduktivitas ioniknya $4,9 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ - Dapat terbiodegradasi
Poliuretan termoplastik (TPU)/ LiClO_4	- Konduktivitas ioniknya $3 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$
PVA/PEO/ LiClO_4	- Konduktivitas ioniknya $4,49 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ - Mempunyai sifat mekanik dan kestabilan termal yang bagus

B. Nata de Coco

Nata de coco dibentuk oleh mikroorganisme *Acetobacter xylinum* melalui proses fermentasi air kelapa. Mikroorganisme ini membentuk semacam gel pada permukaan larutan yang mengandung gula. Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dan berkembang membentuk *nata de coco* karena adanya kandungan air sebanyak 91,23 %, protein 0,29 %, lemak 0,15 %, karbohidrat 7,27 %, serta abu 1,06 % di dalam air kelapa.

Kandungan dari nata de coco adalah selulosa yang mempunyai kemurnian sangat tinggi. Selulosa dari nata de coco mempunyai kapasitas air yang cukup sar dan kuat ulur yang tinggi (Chawla, 2009). Membran nata de coco standar tidak dapat digunakan sebagai membran karena terlalu tebal, jika ditipiskan tidak bisa menghasilkan berat yang persis sama. Oleh karena itu nata de coco dibuat sendiri dengan lama inkubasi yang bervariasi (Trimulyono, dkk, 2007). Pada pembuatan membrane elektrolit selulosa dari nata de coco ini diasetilasi sehingga menghasilkan selulosa asetat.

Selulosa asetat dapat digunakan sebagai membran elektrolit karena daya hantarnya yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus $-O-$ dalam molekul selulosa asetat. Gugus $-O-$ ini berfungsi sebagai penghantar elektron. Asetilasi selulosa dilakukan pada suhu kamar dan dilakukan selama kurang lebih 1,5 jam. Satu jam pertama selulosa direaksikan dengan asam asetat glasial dan asam sulfat pekat. Sedangkan 30 menit berikutnya campuran tersebut direaksikan dengan asam asetat anhidrat dan asam asetat glasial (esterifikasi) (Suwardi, dkk, 2011).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Subjek, Objek, dan Variabel Penelitian

1. Subjek Penelitian ini adalah membran selulosa asetat dari nata de coco
2. Objek Penelitian ini adalah derajat asetilasi membran selulosa asetat dari nata de coco dan konduktivitas membran
3. Sebagai variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu esterifikasi dan variasi komposisi garam lithium

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan meliputi :

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| a. Pipet volum | k. Kertas saring |
| b. <i>Hotplate stirer</i> | l. pH meter |
| c. Neraca analitiik | m. Oven |
| d. Termometer | n. XRD |
| e. Gelas ukur | o. FTIR |
| f. Gelas beker | p. SEM |
| g. Erlenmeyer | q. Mikroskop Optik |
| h. Cawan petri | r. Elkahfi 100 |
| i. Kaca arloji | s. Pompa vakum |
| j. Buret | t. Penyaring Buchner |

2. Bahan yang digunakan

- a. Limbah air kelapa
- b. Natrium hidroksida 0,1 M
- c. Natrium hidroksida 0,5 M.
- d. Asam sulfatpekat
- e. Etanol 70%
- f. Asam asetat glasial 67%
- g. Asam asetat anhidrida
- h. Asam asetat glasial

- i. Akua DM
- j. Aquades
- k. Asam klorida 0,5 M
- l. Aseton
- m. Lithium klorida
- n. Bakteri *Acetobacter xylinum*
- o. Urea
- p. Sukrosa
- q. Indikator *fenolftalein*
- r. Polietilen Glikol

C. Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Nata de Coco (Selulosa Bakteri)

- a. Memasukkan 400 mL air kelapa, 40 gram sukrosa dan 2 gram urea kedalam panci.
- b. Memanaskan dan mengaduknya hingga larut.
- c. Menambahkan asam asetat glasial hingga pH 3-4.
- d. Mendinginkan hingga hangat kemudian memasukkan ke dalam nampan yang telah disterilkan dengan alkohol 70%, menutup sebagian nampan dengan koran serta mendinginkan hingga suhu kamar.
- e. Setelah dingin, menambahkan 20 mL *Acetobacter xylinum* dan menutup nampan dengan rapat. Fermentasi berlangsung selama 7-14 hari.
- f. Membuka penutup koran dan memperoleh lapisan palikel.
- g. Mencuci lapisan palikel dengan aquades.
- h. Mencuci dengan aquades hingga pH mendekati netral.
- i. Mengepres lapisan palikel kemudian mengeringkan dalam oven suhu 37°C - 40°C selama 3 jam.
- j. Menimbang serbuk selulosa dan memasukkan ke dalam plastik.
- k. Meletakkan plastik ke dalam toples yang berisi silika gel.

2. Asetilasi Selulosa Bakteri

- a. Memasukkan 5 gram selulosa ke dalam erlenmeyer 250 mL ditambahkan 24 mL larutan asam asetat glasial, waktu pengadukan 1 jam pada suhu 40°C.
- b. Menambahkan 0,1 mL asam sulfat pekat dan 60 mL asam asetat glasial, mengaduk selama 45 menit pada suhu 40°C.
- c. Mendinginkan suhu hingga pada 18°C (campuran 1).
- d. Menyiapkan 27 mL asam asetat anhidrida dengan suhu 15°C (campuran 2).
- e. Menambahkan campuran kedua kedalam campuran pertama.
- f. Menambah 1 mL asam sulfat pekat dan 60 mL asam asetat glasial kedalam campuran, kemudian mengaduk campuran tersebut selama 20 jam pada suhu 40°C.
- g. Menambahkan tetes demi tetes 30 mL asam asetat glasial 67% selama 20 jam pada suhu 40°C.
- h. Mendinginkan larutan pada suhu kamar.
- i. Menetesi campuran dengan 1 liter akuades DM sehingga membentuk endapan putih.
- j. Menyaring dan menetralkan endapan tersebut dengan akuades.
- k. Mengeringkan selulosa asetat di bawah lampu bohlam, tanpa pemanasan.

3. Penelitian Pengaruh Komposisi Garam Lithium terhadap Konduktivitas Ion Membran

- a. Selulosa asetat hasil sintesis dibuat membran dengan di-*doping* dengan menggunakan variasi komposisi garam lithium untuk mendapatkan komposisi garam lithium yang dapat menghasilkan konduktivitas yang optimum
- b. Karakterisasi membran yang meliputi analisis gugus fungsi dengan menggunakan IR, sifat mekanik, foto dan uji derajat kristalinitas dengan XRD

4. Penelitian Pengaruh Metode Pendopongan Garam Lithium Terhadap Konduktivitas Ion Membran

- a. Selulosa asetat hasil sintesis dibuat membran dengan di-*doping* dengan menggunakan metode *blending* larutan polimer dan metode *coating*.

- b. Karakterisasi membran yang meliputi analisis konduktivitas, sifat mekanik, dan foto permukaan

5. Karakterisasi selulosa asetat dan membrane selulosa asetat

a. Uji konduktivitas

Uji konduktivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sampel dapat menghantarkan arus listrik. Elkahfi 100 merupakan alat untuk menguji daya hantar sampel. Metode yang digunakan merupakan metode *two probe* yaitu metode pengukuran untuk mengetahui resistivitas pada bahan semikonduktor. Metode ini dilakukan dengan menyentuhkan dua jarum kontak yang telah dialiri arus. Dua jarum yang disentuhkan dan diatur jaraknya kurang lebih 0,5 cm. Metode ini akan memperoleh data berupa arus (I) dan tegangan (V). Alat ini berada di Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Solo (UNS).

b. Foto permukaan dengan mikroskop optik

Foto permukaan suatu membran dapat diamati menggunakan mikroskop optik. Pengamatan menggunakan mikroskop optik dilakukan dengan pembesaran 40 kali dengan lensa nikon. Mikroskop optik ini berada di laboratorium biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY).

c. Analisa gugus fungsi dengan FTIR(*Fourier Transform Infrared*)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dapat menganalisa gugus fungsi suatu sampel baik dalam serbuk maupun membran. Analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared*) berupa serbuk berada di laboratorium terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) sedangkan dalam bentuk membran berada di laboratorium Akademi Teknologi Kulit (ATK). Metode yang digunakan dalam preparasi sampel adalah dengan menggunakan pelet KBr. Adapun tahapan dalam preparasi sampel sebagai berikut:

- 1) Sampel padat yang dianalisis dicampur dahulu dengan serbuk KBr (5% - 10% sampel dalam serbuk KBr), haluskan dengan mortar. Campuran yang sudah homogen dibuat pellet dengan alat *mini hand press*.
- 2) Pelet KBr ditempatkan pada tempat sampel. Menganalisa sampel dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) pada daerah $400-4000\text{ cm}^{-1}$, sehingga diperoleh spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared*). FTIR

(*Fourier Transform Infrared*) digunakan untuk melihat puncak serapan dari gugus fungsi yang ada didalam sampel.

d. Analisis Kristalinitas dengan XRD (*X-Ray Diffractometer*)

Metode yang digunakan adalah dengan menempatkan sampel pada sel XRD (*X-Ray Diffractometer*) dan disinari dengan cahaya monokromatik sinar-X, sehingga diperoleh suatu pantulan atau difraksi dari variasi sudut sinar-X. difraksi ini disebut dengan difraktogram. Panjang gelombang yang digunakan adalah antara 0,6-0,9 Å (Iguchi, 1997). Alat ini berada di laboratorium kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY).

e. Analisis Sifat Mekanik dengan *tensile strength tester*

Analisis sifat mekanik suatu material menggunakan alat uji tarik yang dinamakan *tensile strength tester*. Kekuatan tarik merupakan sifat yang penting untuk membran yang mengalami perlakuan fisik dalam aplikasinya. Sifat mekanik meliputi kuat putus (*Strenght at break*) dan perpanjangan saat putus (*Elongation at break*). Kualitas suatu film atau membran sangat bergantung pada kekuatan tarik dan elongasinya. Alat ini berada di laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada (FTP UGM).

6. Teknik Analisis Data

a. Penentuan derajat asetilasi

Persen asetil dari selulosa asetat dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Asetil} = [(\text{HCl}_B - \text{HCl}_S) \times N_{\text{HCl}} + (\text{NaOH}_S - \text{NaOH}_B) \times N_{\text{NaOH}}] \times \frac{F}{m}$$

Keterangan:

m = Massa selulosa asetat

N_{HCl} = Normalitas HCl

N_{NaOH} = Normalitas NaOH

HCl_S = mL HCl pada sampel

HCl_B = mL HCl pada blanko

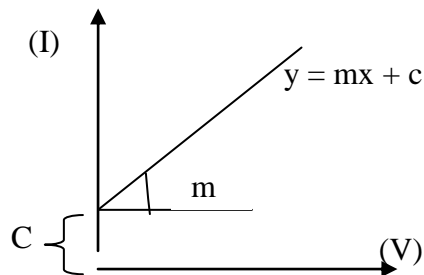
NaOH_S = mL NaOH pada sampel

NaOH_B = mL NaOH pada blanko

F = Kadar asetil = 4,305

b. Penentuan nilai konduktivitas

Konduktivitas suatu bahan material bergantung pada sifat bahan material itu sendiri. Konduktivitas listrik merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Dari data elkahfi 100 diperoleh data berupa besaran arus dan tegangan kemudian dibuat grafik linier seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Penentuan Nilai Konduktivitas

Berdasarkan Gambar 2 gradient garis (m) merupakan nilai konduktansi ($G = 1/R$). Menghitung nilai konduktivitas dari alat elkahfi 100 dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\pi t}{\ln 2} \times R$$

Keterangan:

ρ = resistivitas (Wm)

t = tebal membran (m)

R = resistensi (ohm)

Setelah diperoleh nilai resistivitas sehingga konduktivitas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \text{ (dimana : } \sigma \text{ adalah konduktivitas (Mho/m))}$$

c. Penentuan persen kristalin

Penentuan persen kristalin dapat digunakan persamaan (Iguchi, 1997)

$$\% \text{ Kristalin} = \frac{\text{luas daerah fasa kristalin}}{\text{luas daerah fasa kristalin} + \text{luas daerah fasa amorf}} \times 100\%$$

d. Penentuan gugus fungsi

Berdasarkan spektrum FTIR yang diperoleh, dapat dianalisis gugus yang muncul di daerah 4000-400 cm⁻¹. Analisis spektrum FTIR dapat dilakukan dengan cara menginterpretasikan FTIR hasil sintesis dengan spektrum FTIR standar. Menurut Misdawati (2005), puncak serapan spektrum FTIR standar yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Puncak serapan selulosa asetat

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Jenis Gugus Fungsi
1	3382	-OH
2	2856-2929	CH sp ³
3	1744-1785	C=O ester
4	1640-1680	C=C aromatis
5	1033	C-O

e. Penentuan sifat mekanika

1) Kuat putus (*Strength at break*)

Strength at break yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = Kuat putus suatu bahan (MPa)

F = Beban pada saat putus (N)

A = Luas penampang (mm²)

2) Perpanjangan saat putus (*Elongation at break*)

Elongation at break yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{lt - lo}{lo} \times 100 \%$$

Keterangan:

ε = Perpanjangan saat putus (%)

l_t = Panjang saat putus (mm)

l_o = Panjang mula-mula (mm)

3) *Modulus Young*

Sifat mekanik dalam *Modulus Young* dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E = *Modulus Young*(MPa)

σ = Kuat putus suatu bahan (MPa)

ε = Perpanjangan saat putus (%)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Nata de Coco

Pada penelitian ini, selulosa yang digunakan merupakan hasil sintesis dari limbah cair kelapa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* sehingga membentuk menyerupai gel seperti agar-agar di namakan *nata de coco*. Proses pembuatan *nata de soya* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain pH, suhu, oksigen, dan nutrisi. *Acetobacter xylinum* yang bersifat *aerob* (membutuhkan oksigen), dan pertumbuhan optimum ialah pada keasaman atau pH 3-4. Pertumbuhan mikrobia dapat meningkat pada media yang berisi $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ yang merupakan sumber nitrogen. Penambahan nutrisi lainnya berupa sukrosa sebagai sumber karbon.

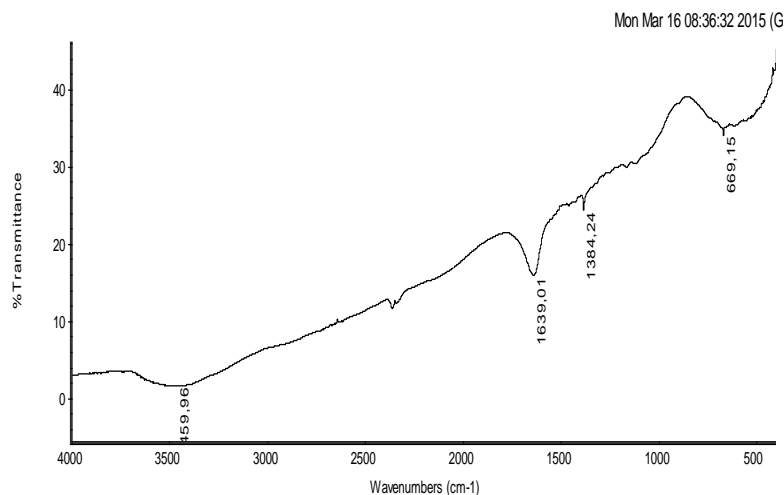
Pembuatan nata de coco dimulai dengan menyaring air kelapa untuk menghilangkan pengotor padatan. Air kelapa dimasak sampai mendidih dan ditambahkan sukrosa, $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ dan cuka. Setelah dingin ditambahkan bakteri *Acetobacter xylinum* dan difermentasi. Fermentasi dilakukan selama 7-10 hari dalam keadaan steril kemudian dikeringkan pada oven selama 5 jam pada suhu 50°C , waktu yang cukup lama ini dikarenakan ikatan selulosa yang begitu kuat dan terjadi swelling yang cukup banyak air. Setelah pengeringan diperoleh selulosa bakteri berupa serat yang bewarna kecoklatan dan tidak berbau dan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Selulosa hasil sintesis

Sampel hasil sintesis dari limbah cair tahu yang telah dikeringkan kemudian diidentifikasi gugus fungsi menggunakan spektrometer FTIR (*Fourier*

Transform Infrared). Spektrum yang diperoleh dapat menentukan gugus fungsional dari senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam hasil sintesis. Hasil yang diperoleh dari spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Spektrum FTIR Selulosa Hasil Sintesis

Berdasarkan Gambar 3, selulosa tersebut diperoleh puncak serapan pada daerah $3459,96 \text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya vibrasi regang O-H, puncak serapan $1639,01 \text{ cm}^{-1}$ menandakan regang C-O, puncak daerah $1384,24 \text{ cm}^{-1}$ menandakan lentur C-H serta puncak serapan pada daerah $669,15 \text{ cm}^{-1}$ menandakan C-C ulur. Berdasarkan serapan yang muncul, hal ini menunjukkan bahwa sampel *nata de coco* merupakan selulosa.

B. Asetilasi selulosa Bakteri

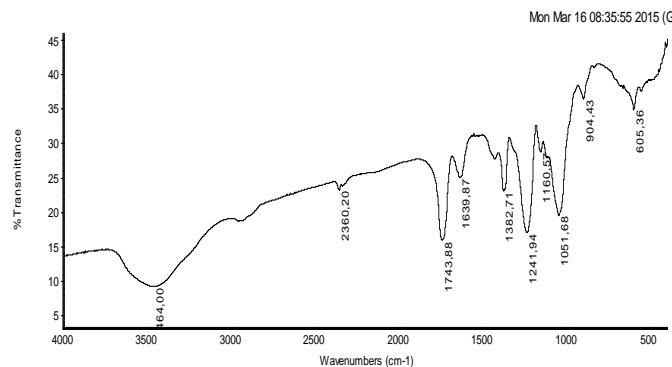
Proses pembuatan selulosa asetat terdiri dari tiga tahap yaitu pengembangan (*swelling*), tahap asetilasi, dan tahap hidrolisis. Tahap pengembangan (*swelling*) atau aktivasi selulosa sehingga diperoleh luas permukaan selulosa yang besar yang akan meningkatkan reaktivitas selulosa terhadap reaksi asetilasi. Tahap asetilasi, pada selulosa hasil *swelling* ditambahkan selulosa anhidrida dengan katalis berupa asam sulfat pekat. Proses asetilasi yang dilakukan selama 20 jam pada suhu $40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$. Tahap hidrolisis, juga dilakukan selama 20 jam pada suhu $40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ dengan menambahkan larutan asam asetat glasial 67%. Hasil dari tahap hidrolisis yaitu larutan kental berwarna hitam pekat.

Tahap selanjutnya ialah pemisahan dengan penambahan aqua DM. Hasil dari pengendapan ini berupa gumpalan-gumpalan selulosa asetat yang berwarna putih kecoklatan. Gumpalan tersebut kemudian disaring dan dicuci dengan akuades. Akuades berperan dalam menghilangkan sisa asam asetat agar pH mendekati netral dan menghilangkan pengotor lain yang dapat larut dalam akuades. Selulosa asetat yang diperoleh dari proses asetilasi berupa serbuk halus berwarna putih seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Selulosa asetat hasil sintesis

Spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared*) selulosa asetat hasil asetilasi pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Spektrum FTIR Selulosa Asetat Hasil Sintesis

Berdasarkan spektrum pada Gambar 6. diperoleh puncak serapan pada daerah 3464,00 cm⁻¹ menandakan adanya vibrasi regang O-H, puncak daerah 2360,20 cm⁻¹ menunjukkan C-H alifatik, puncak serapan 1743,88 cm⁻¹ menandakan adanya C=O asetil, puncak serapan 1639,87 cm⁻¹ menandakan adanya H₂O terhidrasi, puncak daerah 1382,71 cm⁻¹ menandakan lentur C-H,

puncak daerah $1051,68\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya C-O ulur serta puncak serapan pada daerah $605,36\text{ cm}^{-1}$ menandakan C-C ulur. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi asetilasi berhasil dilakukan dikarenakan terdapat penambahan serapan frekuensi seperti munculnya gugus asetil (C=O *stretching*), adanya ikatan C-O ulur, C-H *bending*, dan terjadi penurunan serapan pada O-H *stretching*.

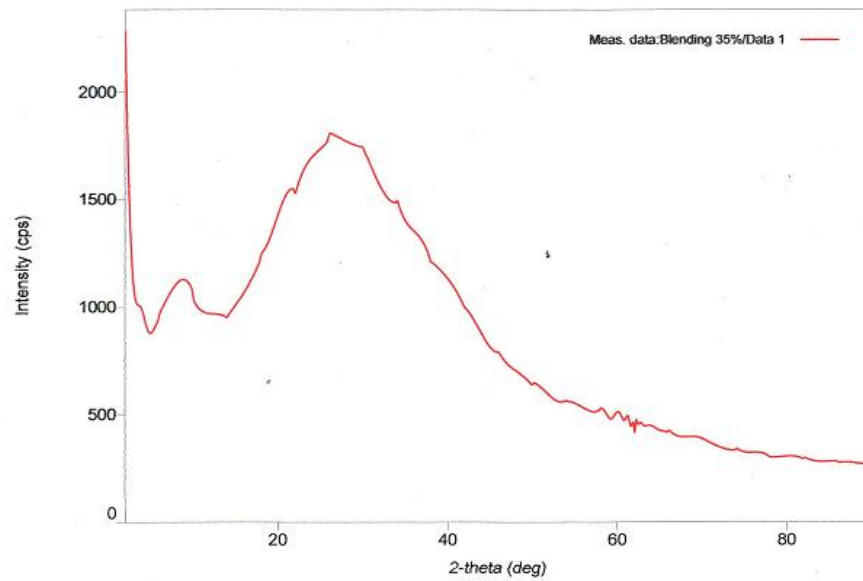
C. Penelitian Pengaruh Komposisi Garam Lithium terhadap Konduktivitas Ion Membran

Pada tahapan penelitian ini, membran dibuat dengan metode pencampuran (*blending*) larutan polimer. Selulosa asetat hasil sintesis yang berwarna putih kecoklatan dilarutkan dalam aseton dan ditambah pemlastis PEG (polietilena glikol), setelah larut kemudian ditambahkan garam lithium klorida yang telah dilarutkan kedalam sedikit akuades. Melakukan pengadukan selama 24 jam untuk memperoleh larutan yang homogen, selanjutnya menuangkan larutan tersebut kedalam cawan petri dengan metode inversi berupa penguapan dimana pelarut akan teruapkan sehingga akan merubah fasa dari cair menjadi padat membentuk membran yang berwarna coklat. Variasi komposisi garam lithium yang di-*doping*-kan adalah 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 35%, dan 40%. Adapun konduktivitas pada berbagai komposisi garam lithium dapat dilihat pada Tabel 4.

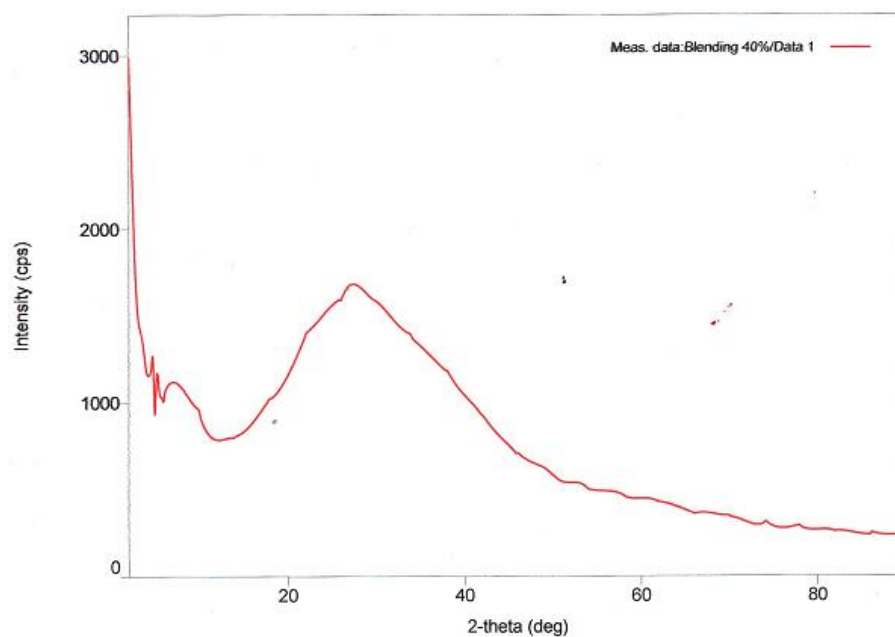
Tabel 4. Harga konduktivitas pada berbagai konsentrasi pendopingan

Konsentrasi LiCl	Konduktivitas (Mho/m)
0%	$3,9596 \times 10^{-6}$
5%	$2,3098 \times 10^{-5}$
10%	$2,5496 \times 10^{-3}$
20%	$8,7252 \times 10^{-3}$
30%	$2,9590 \times 10^{-2}$
35%	$9,9252 \times 10^{-2}$
40%	$3,0549 \times 10^{-2}$

Untuk mengetahui pengaruh struktur membran terhadap konduktivitas maka dilakukan uji kristalinitas dengan menggunakan XRD yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



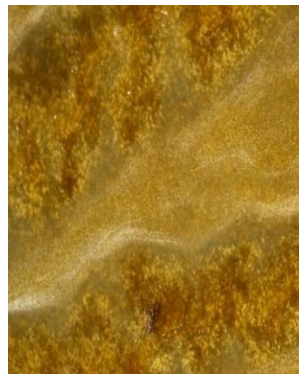
Gambar 7. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode *Blending* dengan Doping Lithium Klorida 35%



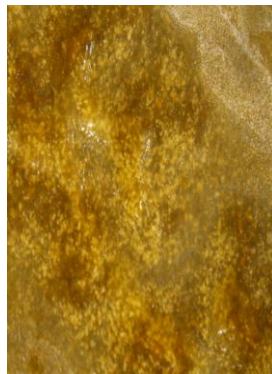
Gambar 8. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode *Blending* dengan Doping Lithium Klorida 40%

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin amorf struktur dari membran maka konduktivitasnya semakin besar. Hal ini berdasarkan nilai % kristalinitas untuk komposisi garam lithium 35% dan 40% masing-masing adalah 13,33% dan 18,70%.

Foto permukaan menggunakan mikroskop optik berdasarkan beberapa variasi konsentrasi pendopongan garam lithium pada metode *blending* dapat dilihat pada Gambar 9.



Blending 5%



Blending 5%



Irisan Blending 5%



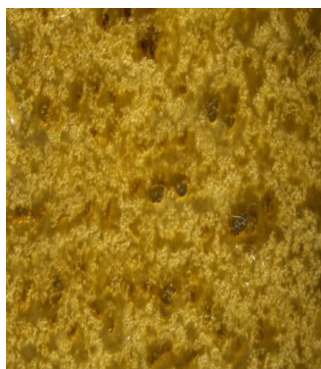
Blending 35%



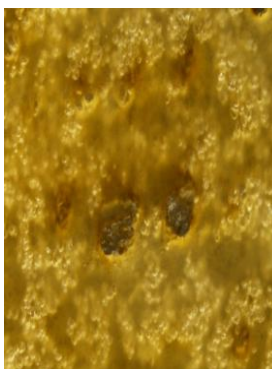
Blending 35%



Irisan Blending 35%



Blending 40%



Blending 40%



Irisan Blending 40%

Gambar 9. Foto Permukaan Membran dengan Variasi Komposisi Garam Lithium

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa membran yang memberikan konduktivitas yang paling besar adalah membran yang memiliki *hole* yang cukup banyak dan merata. Hal ini karena *hole* tersebut sebagai sarana untuk loncatan ion Li^+ .

Untuk mengetahui kelayakan membran hasil sintesis sebagai membran elektrolit maka diuji sifat mekaniknya dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Uji Mekanik Membran

No	Konsentrasi Li^+	E (Mpa)
1	0 %	0,9582
2	5 %	2,0454
3	10%	0,5783
4	20%	1,5282
5	30%	1,0472
6	35%	0,4735
7	40%	0,7698

Sifat mekanik terbesar pada membran metode *blending* dengan doping LiCl 35% yang memiliki daya hantar optimum.

D. Penelitian Pengaruh Metode Pendopongan Garam Lithium Terhadap Konduktivitas Ion Membran

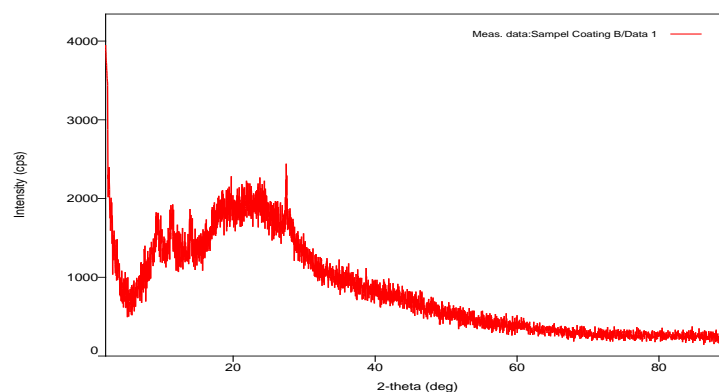
Pada tahap ini metode pendopongan garam lithium adalah *blending* larutan polimer dan *coating*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan metode yang paling sesuai. Pada metode *blending* larutan polimer seperti yang diungkapkan di tahap sebelumnya, selulosa asetat, pemlastis, dan garam lithium masing-masing dilarutkan dan dicampur, kemudian dicetak. Pada metode pelapisan (*coating*), selulosa hasil sintesis dilarutkan dalam aseton dengan penambahan pemlastis PEG (polietilena glikol) dengan pengadukan selama 24 jam hingga terbentuk larutan yang homogen. Selanjutnya menuangkan larutan tersebut kedalam cawan petri dengan metode inversi berupa penguapan yang akan membentuk membran selulosa asetat berwarna putih setelah pelarut habis menguap. Membran yang berwarna putih hasil penelitian kemudian dilapisi garam lithium klorida yang telah dilarutkan dalam akuades.

Variasi komposisi garam lithium untuk metode *coating* sama dengan metode *blending*, dan hasilnya seperti pada Tabel 6.

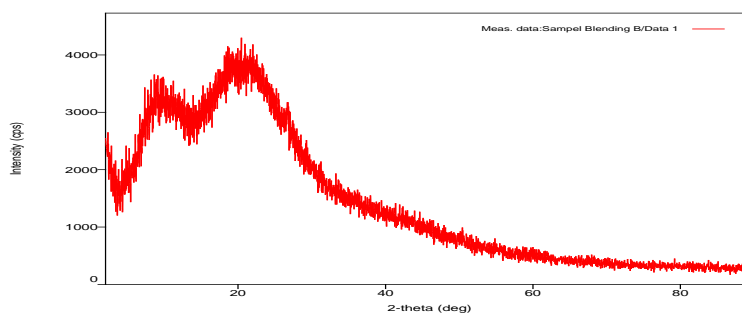
Tabel 6. Nilai konduktivitas membran dengan metode *coating*

Konsentrasi LiCl	Konduktivitas (Mho/m)
5%	$1,617 \times 10^{-3}$
10%	$2,65 \times 10^{-3}$
20%	$9,597 \times 10^{-3}$
30%	$2,36 \times 10^{-2}$
35%	$5,67 \times 10^{-3}$
40%	$5,15 \times 10^{-3}$

Berdasarkan Tabel 6. nilai konduktivitas terbesar untuk metode *coating* adalah pada komposisi garam lithium 30% yaitu sebesar $2,36 \times 10^{-2}$ Mho/m. Nilai konduktivitas maksimal lebih kecil dibandingkan dengan nilai konduktivitas membran pada metode *blending* larutan polimer. Untuk mengetahui struktur kristalinitas membran dengan metode *coating* maka dilakukan uji menggunakan XRD pada komposisi garam lithium 5%, dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 10.



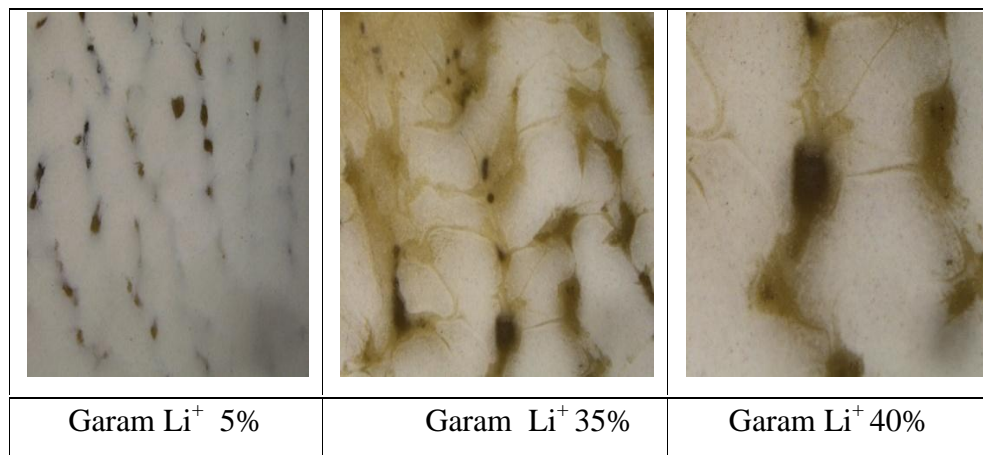
Gambar 10. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode *Coating* dengan Doping Lithium Klorida 5%



Gambar 11. Difraktogram Sinar-X Membran Elektrolit Metode *Blending* dengan Doping Lithium Klorida 5%

Jika dibandingkan dengan metode *blending* pada komposisi yang sama (Gambar 11) maka struktur membran dengan metode *coating* lebih bersifat amorf dan hal ini memberikan nilai konduktivitas yang lebih tinggi pula.

Foto permukaan dari metode *coating* untuk komposisi garam lithium 5% ditunjukkan dengan Gambar 12.



Gambar 12. Foto Permukaan Membran dengan Metode *Coating*

Pada Gambar 12. terlihat bahwa sebaran *hole* kurang merata, namun jika dibandingkan dengan metode *blending* maka jumlah *hole* lebih banyak jumlahnya, hal ini menjelaskan nilai konduktivitas yang lebih besar (Garam Li⁺ 5%). Adapun uji mekanik tidak dilakukan karena membran yang dihasilkan sangat rapuh.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konduktivitas membran selulosa asetat semakin meningkat dengan bertambahnya komposisi garam lithium sampai pada batas penambahan 35%, dan konduktivitas menurun ketika komposisi garam lithium lebih dari 35 %. Nilai konduktivitas optimal pada penambahan 35% yaitu sebesar $9,9252 \times 10^{-2}$ Mho/m
2. Nilai konduktivitas membran yang dibuat dengan metode *casting* larutan polimer lebih tinggi jika dibandingkan dengan *coating*, namun sifat mekanik yang dihasilkan dengan metode *casting* larutan polimer kurang bagus yaitu membran bersifat *brittle*.

B. SARAN

Untuk memperbaiki serta meningkatkan kualitas membran selulosa asetat hasil sintesis dari limbah air kelapa perlu dilakukan penelitian lanjut yaitu:

1. Perlu adanya pemilihan jenis pemlastis yang tepat agar diperoleh membran yang memiliki sifat mekanik lebih baik.
2. Perlu adanya karakterisasi mengenai sifat termal membran selulosa asetat hasil sintesis dari limbah air kelapa
3. Perlu adanya pengembangan pemanfaatan limbah cair yang lain sebagai sumber selulosa

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, P., Zhang, Z.J. (2004). Battery Separator. *Chemical Reviews*, **104**, 4419-4462
- Chawla, P.R., Bajaj, I.B., Survase S.A., Singhal, R.S. (2009). Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications. *Food Technol. Biotechnol*, 47 (2), 107-124
- Castro, C., Zuluaga, R., Alvarez, C., Putaux, J., Caro, G., Rojas, O.J., Mondragon, I., Ganan, P. (2012) Bacterial Cellulose Produced by a New Acid-Resistant Strain of Gluconacetobacter Genus. *Carbohydrat Polymers* xxx, 1-5
- Fischer, S., Thummler, K., Volkert, B., Hettrich, K., Schmidt, I., Fischer, K. (2008). Properties and Application of Cellulose Acetate. *Macromol. Symp*, 262, 89-96
- Johari, N.A., Kudin, T .I.T., Ali, A.M.M., Winie, T., Yahya, M.Z.A. (2009). Studies on Cellulose Acetate-Based Gel Polymer Electrolytes for Proton Batteries. *Material Research Innovation*, Vol. 13 (3), 232-234
- Johari, N.A., Kudin, T .I.T., Ali, A.M.M., Yahya, M.Z.A. (2011). Effect of TiO₂ on Conductivity Perfomance of Cellulose Acetate Based Polymer Gel Electrolytes for Proton Batteries. *Material Research Innovation*, Vol.15, Supplement 2, s229-s231
- Klemm, D., Hans, P.S., Thomas, H. (2012). *Cellulose*. http://www.wiley-vch.de/books/biopoly/pdf_v06/bpol6010_275_287.pdf, diunduh pada tanggal 18 Maret 2012
- Meyer, W.H. (1998) : Polymer Electrolytes for Lithium-Ion Batteries. *Advanced Material*, **10 (6)**. 439-448
- Poinsignon, C. (1989) : Polymer Electrolytes, *Material Science and Engineering*, B3, 31-37
- Poicene, R., Zemaitaitiene, R., Vitkauskas, A., (2004). Mechanical Properties and a Physical-Chemical Analysis of Acetate Yarns. *Material Science (Medziagotyra)*, Vol. 10 (1), 75-79
- Selvakumar, M., Bhat, D.K. (2008). LiClO₄ Doped Cellulose Acetate as Biodegradable Polymer Electrolyte for Supercapacitors. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 110 (1), 594-602
- Suwardi, Marfuatun, Siti Marwati. (2011). Sintesis Selulosa Asetat dari Jerami Padi. *Laporan Penelitian*, FMIPA, UNY
- Tri Mulyono, Asnawati, Indra Noviani, Buchari. (2007). Potensi Membran Nata De Coco Sebagai Material Biosensor. *Jurnal ILMU DASAR Vol. 8 No. 2, Juli 2007 : 128-134*
- Winter, M., Brodd, R.J. (2004) : What Are Batteries, Fuel Cell, and Supercapacitors, *Chemical Reviews*, **104**, 4245-4269

L A M P I R A N

Lampiran 1. Biodata Ketua Peneliti

BIODATA KETUA PENELITI

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap Prof. Dr. Endang Widjajanti Laksono FX, MS
2. Jabatan fungsional Lektor Kepala
3. Jabatan struktural --
4. NIP/ NIK 19621203 198601 2 001
5. NIDN 0003126206
6. Tempat /tanggal lahir Semarang, 3 Desember 1962
7. Alamat Rumah Griya Arga Permai, Jl. Semeru Q9 kuarasan
8. No telpon/ HP Yogya
9. Alamat Kantor 0274-632549, HP. 08122768553
10. No telpon/ Fax FMIPA UNY , Karang malang Yogya 55281
0274-586168 psw 215 Fax : 0274
11. Alamat e-mail ewxlaksono@yahoo.com
12. Lulusan yang telah dihasilkan S1 > 100 orang S2 = 1 orang S3 =--
14. Mata kuliah yang diampu
 1. Kimia Fisika 1
 2. Kimia Fisika 4
 3. Ikatan Kimia
 4. Kimia Permukaan dan Koloid
 5. Kimia Katalis
 6. Metode Penelitian Kimia

B. Riwayat Pendidikan :

	S1	S2	S3
Nama PT	IKIP Semarang	ITB Bandung	Univ. Paris VI, Prancis
Bidang Ilmu	Pend. Kimia	Kimia Fisik	Kimia Fisik & analitik
Th masuk- lulus	1981-1985	1990-1992	1999-2001
Judul skripsi, tesis, desertasi	Korelasi antara nilai penunjang dengan prestasi belajar kimia siswa SMA Kodya Semarang	Pengaruh cincin aromatik dan jumlah atom N terhadap kekuatan ligan N-heerosiklik pada senyawa kompleks Nikel(II)	L'etude de l'interaction de l'ammoniac avec des surfaces de Ni(II) pre-traiteés sous oxygène st de l'hydroxylation
Nama Pembimbing	Dr. Suyono	Dr. Susanto Imam Rahayu	Prof. Philip Marcus, Ph.D

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 tahun terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1	2010	Daya adsorpsi Polikitosan-akrilamida terhadap Cu, Ni dan Cr	Swadana	5
2	2010	Peningkatan Pemahaman Kimia Anorganik II Melalui Metode Pembelajaran <i>Cooperative e-Learning</i>	TG-PHKI	30
3	2010	Aplikasi Teknologi <i>Nano</i> Pada Pengembangan Produk Hilir Timah Putih Untuk Meningkatkan Devisa Nasional	DIPA UNY	15
4	2011	Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga	DIPA FMIPA UNY	4
5	2011	Upaya Peningkatan Konseptual dan Keterampilan Ilmiah Mahasiswa pada Praktikum Kimia Fisika II Melalui Model Daur Belajar 7E	TG-PHKI	30
6	2011	Pengembangan Metode Pembelajaran Kooperatif Secara On-Line pada Kuliah Kimia Fisika II	TG-PHKI	30
7	2012	Adaptasi Kurikulum Kimia SMA Bertaraf Internasional Terhadap Kurikulum Dari Negara OECD	DIPA UNY	25
8	2012	Pola Adsorpsi Pewarna Azo oleh Biosorben dari Kulit Pisang	DIPA FMIPA UNY	7,5
9	2012	Penerapan Pendekatan Pembelajaran sistemik untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada kuliah kimia dasar I	DIPA FMIPA UNY	7,5
10	2012	Biosorpsi Limbah Pewarna Direct dengan Lumpur Aktif	DIPA FMIPA UNY	4
11	2013	Pengaruh Mordan Sintesis dari Limbah Kaleng terhadap Daya Ikat dan Laju Lepas Zat Warna Azo oleh Serat Kain	DP2M	42,5
12	2013	Pengembangan Adsorben Berbasis Selulosa Asetat untuk Mengurangi Pencemaran Limbah Pewarna Tekstil	DIPA UNY	7,5
13	2013	Pengembangan Material Penutup Luka Berbasis Komposit Selulosa Bakteri – Kitosan	MENRISTEK	180
14	2014	Penggunaan Lumpur Aktif Sebagai Material Untuk Biosorpsi Pewarna Remazol	DIPA FMIPA UNY	4
15	2014	Adsorpsi Limbah Pewarnaan oleh Selulosa Asetat dari Nata	DIPA FMIPA UNY	10
16	2014	Implementasi <i>Lesson Study</i> melalui penerapan <i>problem solving</i> secara kelompok kooperatif pada perkuliahan Kimia Fisika IV	DIPA FMIPA UNY	5
17	2014	Pengembangan Material Penutup Luka Berbasis Komposit Selulosa Bakteri – Kitosan	MENRISTEK	180

C. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 tahun terakhir

No	Tahun	Judul PPM	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1	2010	Pelatihan Pembelajaran IPA Berbasis Teknologi Informatika bagi Guru IPA Sekolah Menengah Pertama	DIPA- FMIPA UNY	4
2	2011	Adaptasi Kurikulum Kimia SMA Bertaraf Internasional Terhadap Kurikulum Dari Negara OECD	Unggulan UNY	15
3	2012	Adaptasi Kurikulum IPA SMP Bertaraf Internasional Terhadap Kurikulum Dari Negara OECD	DIPA FMIPA UNY	4
4	2012	Pelatihan Pengelolaan Lab Kimia bagi Pengelola Laboratorium se Kab. Purworejo	MGMP Purworejo	20
5	2013	Pelatih Olimpiade Kimia tk Propinsi DIY	MGMP Magelang	20
6	2014	Pelatih Olimpiade Kimia tk. Propinsi DIY	MGMP sleman	20

E. Pengalaman Penulisan Artikel Kimia dalam Jurnal 5 tahun terakhir

No	Judul artikel	Vol, No, tahun	Nama Jurnal
1	Penerapan Praktikum Kimia bermuatan Life Skills sebagai upaya mempersiapkan calon guru yang berkarakter	Edisi dies UNY 2010	Cakrawala
2	Adsorpsi Nitrogen dari Urin dengan Zeolit dalam Jurnal Penelitian Saintek	15, 1, 2010	Saintek
3	Aplikasi Teknologi Nano Pada Pengembangan Produk Hilir Timah Putih Untuk Meningkatkan Devisa Nasional	16,1, 2011	Saintek
4	Penerapan Pendekatan Pembelajaran Sistemik untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Kuliah Kimia Dasar	Tahun 1, No. 1, Juni 2013	JPMS
5	Pengembangan Metode Pembelajaran Kooperatif Secara <i>Online</i> pada Kuliah Kimia Fisika II	Tahun 1. No. 2, Desember 2013	JPMS
6	Aplikasi teknologi Nano pada pengembangan timah putih sebagai mikrosensor alkohol	Tahun 18, no 1, 2013	Saintek
7	Pola Adsorpsi Pewarna Azo oleh biosorben dari Kulit pisang	Vol 2, no 2, Oktober 2013	JSD
8	Pengaruh mordant siteis dari limbah kaleng terhadap daya ikat dan laju lepas zat warna methyl violet oleh serat kain	Volume 19, no 1 April 2014	Saintek

F. Pengalaman Penyampaian Makalah secara Oral pada pertemuan dalam 5 th terakhir

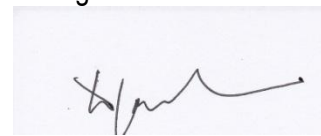
No	Judul artikel	Waktu dan tempat
1	Kajian terhadap aplikasi kitosan sebagai adsorben ion logam dalam limbah cair	Nop 2008, Kimia UNY
2	Adsorpsi Kitosan terhadap ion Ni(II) dan Mn(II) pada berbagai pH	Nop 2008, Kimia UNY
3	The Adsorption Capacity of Chitosan-Alumina to Cr(III) and Ni(II) Ions	Jan, 2009, PACCON Thailand
4	Kajian Penggunaan adsorben sebagai alternatif pengolahan limbah zat pewarna tekstil	Okt, 2009, Kimia UNY
5	Daya Adsorpsi Polikitosan-Akrilamida terhadap Ni(II) dan Cr(III)	Mei, 2010, FMIPA UNY
6	Peningkatan Pemahaman Kimia Anorganik II Melalui Metode Pembelajaran Cooperative E-Learning	Mei 2010,, FMIPA UNY
7	Pengembangan media Pembelajaran Kimia berbasis teori belajar konstruktivisme	Okt, 2010, Kimia UNY
8	Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Pewarna Azo Metil merah dan Metil Jingga	Mei 2011, MIPA UNY
9	Upaya Peningkatan Konseptual dan Keterampilan Proses Ilmiah Mahasiswa pada Praktikum Kimia Fisika II Melalui Daur Belajar 7 ^E	Nop, 2011, Kimia UNY
10	Studi Komparasi sorpsi ion fosfat oleh geothite dan montmorilonit	Maret 2012, Kimia UNS
11	<i>Bacterial Cellulose from Rice Waste with Addition of Chitosan</i>	ICRIEMS 2013 pada 5 - 6 Oktober 2013
12	<i>Preparation and Characterization of bacterial Cellulose from Sweet Potato Waste with Addition of Chitosan and Glycerol</i>	International Conference of the Indonesian Chemical Society 2013
13	Gugus Fungsi dan Sifat Mekanik Selulosa dari Limbah Singkong dengan Penambahan Gliserol dan Kitosan	Sem Nas Penelitian, Pended dan Penerapan MIPA, FMIPA UNY
14	Silver Nanoparticle Impregnated on The Composite of Bacterial cellulose-Chitosan-Glycerol as Antibacterial Material	ICRIEMS 2014
15	Biosorption Of Technical Direct Dyes By Activated Sludge	ICRIEMS 2014

g. Penghargaan yang pernah diraih dalam 10 tahun terakhir

No	Jenis Penghargaa	Institusi Pemberi	tahun
1	Satya Lencana 10 tahun	Pemerintah RI	2003
2	Satya lencana 20 tahun	Pemerintah RI	2007
3	Kaprodi berprestasi 3 tingkat universitas	UNY	2014

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya

Yogyakarta, Oktober 2015.
Pengusul



Prof. Dr. Endang Widjajanti LFX
NIP. 19621203 198601 2 001

Lampiran 2. Biodata Anggota Peneliti

BIODATA ANGGOTA PENELITI

Nama Lengkap & Gelar Akademik : Marfuatun, M.Si

NIP dan NIDN : 19840406 200604 2 001/ 00

Tempat dan Tanggal Lahir : Temanggung, 06 April 1984

Jurusan/PT : Pendidikan Kimia/ UNY

Alamat Kantor : Jl. Colombo Karangmalang, Yogyakarta

Rumah/No.Telp./HP/email : 081578142297/ afu_djalil@yahoo.com

Pangkat/Jabatan Fungsional : Penata Muda, III/a, Asisten Ahli

PENGALAMAN PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

No.	Program Pendidikan	Tahun Lulus	Program Studi	Nama PT
1	S1	2005	Pendidikan Kimia	UNY
2	S2	2010	Kimia Fisika	ITB

PENGALAMAN PENELITIAN (5 tahun terakhir)

No.	Judul Penelitian	Tahun	Kedudukan dlm Penelitian
1	Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Program <i>Director MX</i> Pada Mata Kuliah Kimia Dasar I	2007	Ketua Tim
2	Karakterisasi Sifat Fisika-kimia Limbah Cair Industri Elektroplating	2007	Anggota Tim
3	Pemanfaatan Ion Logam Berat Cu(II), Cr(III), Pb(II), dan Zn(II) dalam Limbah Cair Industri <i>Electroplating</i> untuk Pelapisan Logam Besi	2008	Anggota Tim
4	Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Program <i>Director MX</i> Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran Kuliah Kimia Dasar II	2008	Ketua Tim
5	Membran Polimer Elektrolit Berbasis PVA/PEO untuk Aplikasi Baterai Ion Lithium	2010	Ketua Tim
6	Pengembangan Metode Pembelajaran Kooperatif Secara Online Pada Kuliah Kimia Fisika II	2011	Ketua Tim
7	Upaya Peningkatan Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Proses Ilmiah Mahasiswa pada	2011	Anggota Tim

	Praktikum Kimia Fisika II Melalui Model Daur Belajar 7E		
8	Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Limbah Jerami Padi	2011	Anggota Tim
9	Pengembangan Kurikulum Kimia SMA RSBI Menggunakan Kurikulum Rujukan dari Negara Anggota <i>Organization for Economic Co-operation and Development</i> (OECD)	2012	Anggota Tim
10	Pengembangan Model Instrumen Penilaian Portofolio untuk Mata Pelajaran Kimia di SMA/MA	2012	Anggota Tim
11	Penerapan Pendekatan Pembelajaran Sistemik untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Kuliah Kimia Dasar I	2012	Anggota Tim
12	Studi Preparasi dan Karakterisasi Lapisan TiO ₂ -Cu Sebagai Lapisan Aktif pada Sel Surya Fotoelektrokimia	2012	Anggota Tim
13	Penerapan Pendekatan Pembelajaran Sistemik Berbasis Kontektual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses Ilmiah Mahasiswa Pada Praktikum Kimia Fisika II	2013	Ketua Tim
14	Pengembangan Adsorben Berbasis Selulosa Asetat untuk Mengurangi Pencemaran Limbah Pewarna Tekstil	2013	Anggota Tim

PUBLIKASI ILMIAH

No.	Penulis	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Penerbit	Vol. (No)	Nama Jurnal (Akreditasi/Impact No.)
1	Siti Marwati, Regina Tutik P, Marfuatun	2009	Pemanfaatan Ion Logam Berat Cu(II), Cr(III), Pb(II), dan Zn(II) dalam Limbah Cair Industri <i>Electroplating</i> untuk Pelapisan Logam Besi	Lemlit UNY	14(1)	Saintek
2	Marfuatun, Siti Marwati, Kun Sri Budiasih	2012	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Program <i>Director MX</i> Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran Pada Topik Kimia Inti dan Radiokimia	LPPM UNY		Cakrawala Pendidikan

3	Suyanta, Marfuatun, Endang Widjajanti LFX	2013	Penerapan Pendekatan Pembelajaran Sistemik untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Kuliah Kimia Dasar I	FMIPA UNY	Th.1 Vol. 1	Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains (JPMS)
---	---	------	--	--------------	----------------	---

Prosiding Ilmiah Seminar Nasional/Internasional

No.	Penulis	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Jenis Seminar dan ISBN	Penyelenggara
1	Marfuatun	2007	Penerapan <i>Cooperative E-learning</i> Pada Pembelajaran Kimia	Seminar Nasional	MIPA UNY
2	Marfuatu, Suwardi	2009	Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Program Director MX pada Mata Kuliah Kimia Dasar I untuk Topik Ikatan Kimia dan Struktur Molekul	Seminar Nasional	Jurdik Kimia FMIPA UNY
3	Marfuatun	2011	Membran Elektrolit untuk Aplikasi Baterai Ion Lithium	Seminar Nasional	MIPA Kimia
4	Endang WL, Marfuatun, M. Pranjoto	2011	Upaya Peningkatan Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Proses Ilmiah Mahasiswa pada Praktikum Kimia Fisika II Melalui Model Daur Belajar 7E	Seminar Nasional	Jurdik Kimia FMIPA UNY
5	Marfuatun	2012	Evaluasi Berbasis Pendekatan Sistemik pada Pembelajaran Kimia	Seminar Nasional	FMIPA UNY

PENGALAMAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT (sejak Jan 2009)

No.	Pelaksana	Tahun	Judul	Besar Dana Dan Sumber Dana
1	Jurdik Kimia FMIPA UNY	2011	Adaptasi Kurikulum Kimia SMA Bertaraf Internasional Terhadap Kurikulum Kimia dari Negara	15.000.000/ Dipa UNY

			OECD	
2	Jurdik Kimia FMIPA UNY	2011	Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Menggunakan Microsoft Publisher dan Powerpoint untuk Meningkatkan Profesionalisme Guru Kimia SMA/MA se DIY	3.000.000/ Dipa FMIPA UNY
3	Jurdik Kimia FMIPA UNY	2011	Pelatihan Pemanfaatan Zeolit sebagai Formula Pakan Ternak dan Pengelolaan Kotoran Ternak Domba di Kelompok Ternak Tirta Domba"	3.000.000/ Dipa FMIPA UNY
4	Jurdik Kimia FMIPA UNY	2012	Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk IPA RSBI Mengacu pada Kurikulum Negara OECD	3.000.000/ Dipa FMIPA UNY

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, Oktober 2015



Marfuatun, M.Si
NIP. 19840406 200604 2 001

